

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-348335  
(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.CI. G11B 5/738  
G11B 5/66  
H01F 10/16  
H01F 10/30

(21)Application number : 2000-093824

(71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 30.03.2000

(72)Inventor : TOMIYASU HIROSHI  
SUZUKI TADASHI  
HATAKE GENSHICHI  
UMEZAWA SADAICHIROU

(30)Priority

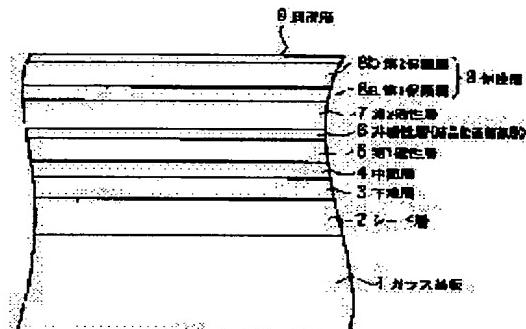
Priority number : 11093905 Priority date : 31.03.1999 Priority country : JP

## (54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a magnetic recording medium high in coercive force and S/N ratio, low in PW50 value and satisfying heat fluctuation resistance.

**SOLUTION:** A seed layer 2, an underlaid layer 3, an intermediate layer 4, a first magnetic layer 5, a nonmagnetic layer (crystal grain control layer) 6, a second magnetic layer 7, a protection layer 8 and a lubricating layer 9 are successively laminated on a glass substrate 1. The nonmagnetic layer 6 is formed from an alloy containing Cr and C and the magnetic layers are formed from the alloy containing Co and Pt.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3524839

[Date of registration] 20.02.2004

[Number of appeal against examiner's decision of

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-348335

(P 2 0 0 0 - 3 4 8 3 3 5 A)

(43)公開日 平成12年12月15日(2000.12.15)

(51)Int.Cl.  
G11B 5/738  
5/66  
H01F 10/16  
10/30

識別記号

F I  
G11B 5/738  
5/66  
H01F 10/16  
10/30

テマコード (参考)  
5D006  
5E049

審査請求 有 請求項の数10 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願2000-93824(P 2000-93824)  
(22)出願日 平成12年3月30日(2000.3.30)  
(31)優先権主張番号 特願平11-93905  
(32)優先日 平成11年3月31日(1999.3.31)  
(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000113263  
ホーヤ株式会社  
東京都新宿区中落合2丁目7番5号  
(72)発明者 富安 弘  
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内  
(72)発明者 鈴木 正  
シンガポール共和国 638552 リンク2ツ  
アス#3 ホーヤマグネティクス シンガ  
ポール プライベートリミテッド内  
(74)代理人 100091362  
弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

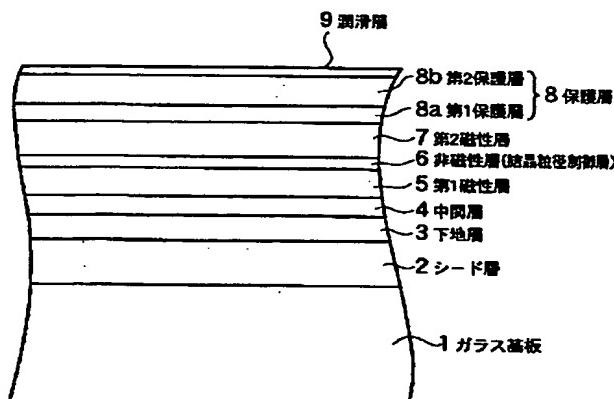
最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁気記録媒体

(57)【要約】

【課題】 高保磁力、高S/N比、低PW50値及び熱  
搖らぎ耐性を満足する磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 ガラス基板1上に、シード層2、下地層  
3、中間層4、第1磁性層5、非磁性層(結晶粒径制御層)  
6、第2磁性層7、保護層8、潤滑層9を順次積層し、  
非磁性層6をCrとCoとを含む合金で構成し、磁性  
層をCoとPtとを含む合金で構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、少なくとも磁性層を有する磁気記録媒体において、

前記基板と磁性層との間に、磁性層の結晶粒の粒径及び粒径分布を制御する結晶粒径制御層を有し、この結晶粒径制御層は、Cr(クロム)とC(炭素)とを含む合金であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 前記結晶粒径制御層は、C(炭素)が0.01at%~0.5at%含まれていることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 前記結晶粒径制御層は、さらにMn(マンガン)を含む合金であることを特徴とする請求項1又は2記載の磁気記録媒体。

【請求項4】 前記結晶粒径制御層は、Mn(マンガン)が0.5at%~5at%含まれていることを特徴とする請求項3記載の磁気記録媒体。

【請求項5】 前記結晶粒径制御層は、Mo(モリブデン)、V(バナジウム)、W(タンクステン)、Zr(ジルコニウム)、Ti(チタン)、Ta(タンタル)、Ni(ニッケル)、Nb(ニオブ)、O(酸素)、N(窒素)から選ばれる少なくとも1種の元素が含まれていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 前記元素の合計が2at%~30at%であることを特徴とする請求項5記載の磁気記録媒体。

【請求項7】 基板上に2層以上の磁性層を有し、前記磁性層間の少なくとも1つに非磁性層を有する磁気記録媒体において、

前記非磁性層が請求項1乃至7のいずれかに記載の結晶粒径制御層であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項8】 基板上に、2層以上の磁性層を有し、前記磁性層間の少なくとも1つに非磁性層を有する磁気記録媒体において、

前記非磁性層はCr(クロム)とC(炭素)とを含む合金であり、前記磁性層はCo(コバルト)とPt(白金)とを含む合金であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項9】 前記非磁性層の膜厚は5~100オングストロームであることを特徴とする請求項7又は8記載の磁気記録媒体。

【請求項10】 前記磁性層は、基板側磁性層の飽和磁束密度Bsが媒体表面側磁性層の飽和磁束密度Bsより大きいことを特徴とする請求項7乃至9のいずれか一に記載の磁気記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気テープ、磁気ディスク等の磁気記録媒体に関し、特に磁性層の膜厚を薄くすることによって、記録信号の再生時におけるノイズの発生を抑制した磁気記録媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 この種の磁気記録媒体としては、例えば特開平8-227516号公報に記載されているような磁気記録媒体が提案されている。この磁気記録媒体は、基板上にCo-Pt系の2層の磁性層を設け、この2層の磁性層の間にCrとMoを主成分とする非磁性層を介在させた基本構成からなる。このように磁性層を非磁性層で2層に分割することにより、個々の磁性層の膜厚はトータル膜厚が等しい単層の磁性層の場合に比べて薄いので、記録信号の再生時のノイズを低減することができる。一方、ノイズを低減する目的として、米国特許第5693426号明細書に記載されているようなB2構造の金属間化合物を下層とする構造を採用する磁気記録媒体が提案されている。このB2構造の金属間化合物は一般にシード層と呼ばれるもので、特にCo系磁性層との相性がよいCr系下地層のさらに下層として、微細なB2構造のシード層を形成することによって下地層となるCr系の層をエピタキシャル成長させることができ、微細なCr系下地層を形成することができる。しかも、同時にその上層となる磁性層にも上記下地層の微細状態を反映したエピタキシャル成長を起こさせることができ、ノイズを低減させることができる。このようなタイプの磁気記録媒体は、出力の大きさよりもノイズを抑えることが優先課題となるMR(磁気抵抗型)ヘッド対応用の磁気記録媒体として好適に使用することができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述した構成からなる磁気記録媒体は、非磁性層によって磁性層を分割しているので、確かに磁性層の膜厚が薄くなり結晶粒径が微細化されるのでノイズを抑えることができる。また、シード層による上層のエピタキシャル成長による磁性層の結晶粒径の微細化でノイズを抑えることもできる。しかしながら、ノイズの低減のために、磁性層の結晶粒径を非常に微細化すると、磁化が熱的に不安定となり、記録された信号が時間と共に減衰し、しまいには記録された信号が消滅してしまうという問題が生じた。そこで、高密度記録に望ましい媒体の微細構造としては、粒子を微細化するとともに、粒径分布を均一にして、粒子サイズの分散を小さくし、熱搖らぎの影響を受けやすい過度に微細な粒子の生成を抑えることが重要である。

【0004】 本発明は上述した背景の下になされたものであり、高保磁力、高S/N比、低PW50値及び熱搖らぎ耐性を満足する磁気記録媒体を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、鋭意突明の結果、S/N比、PW50値及び熱搖らぎ耐性が十分に満足できない原因が、磁性層の結晶粒の粒径及び粒径分布を制御する結晶粒径制御層の材質にもよることを見出し、ある特定の合金だけが高S/N比、低PW50値及

び高い熱搖らぎ耐性を達成できることを解明した。特に、2層以上の磁性層を有し、磁性層間の少なくとも1つに非磁性層を有する磁気記録媒体にあっては、磁性層を分割している非磁性層の膜材料の材質によるものであることを見出し、磁性層をCo-Pt系を用いた場合、ある特定の合金だけが高S/N比、低PW50値及び、高い熱搖らぎ耐性を達成することができることを究明した。本発明はこのような背景のもとに案出されたものであり、以下の構成を採用することによりかかる課題を解決するものである。

【0006】本発明の磁気記録媒体は、基板上に、少なくとも磁性層を有する磁気記録媒体において、前記基板と磁性層との間に、磁性層の結晶粒の粒径及び粒径分布を制御する結晶粒径制御層を有し、この結晶粒径制御層は、Cr(クロム)とC(炭素)とを含む合金であることを特徴とするものである。本発明において、結晶粒径制御層は、Cr(クロム)とC(炭素)とを含む合金である。Cr(クロム)へのC(炭素)の添加効果は、C(炭素)がCr層を微細化するため、結晶粒径制御層上に成長するCo粒子の微細化を促進させ、なおかつ粒径分布をよくすることである。これにより、耐熱ゆらぎ特性が過度に悪い微粒子が減少し、S/N比、PW50値が改善されるとともに、耐熱搖らぎ特性も向上する。上記結晶粒径制御層におけるC(炭素)の含有量は、0.01at%~0.5at%であることが好ましい。C(炭素)の含有量が0.01at%より小さいと、結晶粒径制御層を微細化させる効果が低減するので、その上に形成する磁性層結晶粒径が大きくなり、高S/N比が得られず、粒径分布の均一化がはかれないで耐熱搖らぎ特性が悪くなり、好ましくない。また、C(炭素)の含有量が0.5at%を超えると、高保磁力が得られないで、好ましくない。また、結晶粒径制御層には、Mn(マンガン)を添加するとよい。特に、結晶粒径制御層上に直接磁性層が形成されている場合は、結晶粒径制御層に含まれているMnが磁性層のCoとCrとの界面に析出し、Cr合金層上に成長する初期のCo層のCr相に選択的に析出し、Co粒間の磁気的相互作用を低減させる。これによりS/N比がさらに改善される。よって、これらの両元素を適度に添加することにより、PW50値及びS/N比の双方の改善が可能になった。Mn(マンガン)の含有量としては、0.5at%~5at%が好ましい。なぜなら、0.5at%未満では、磁性層のCo界面へのMnの拡散効果が期待できず、S/N比が改善されない。5at%を超えると、磁性層のCo界面へのMnの拡散効果が大きく、Co粒間の磁気的相互作用が極度に弱くなり、その結果、とりわけ信号減衰が悪化するからである。さらに、上記結晶粒径制御層には、Mo(モリブデン)、V(バナジウム)、W(タンゲステン)、Zr(ジルコニウム)、Ti(チタン)、Ta(タンタル)、Ni(ニッケル)、Nb(ニオ

ブ)、O(酸素)、N(窒素)から選ばれる少なくとも1種の元素が含まれる構成にしてもよい。これは、以下の理由による。高記録密度達成のため、近年の磁気ディスクは更なる高保磁力が要求されている。高保磁力を達成するためには、磁性層のCo系合金に含まれるPt濃度は増加する傾向にあり、これとともに、Co系合金の格子定数が増大する。下地層と磁性層のエピタキシャル成長を起こさせるには、下地層と磁性層の格子定数がマッチングしていることが必要で、結晶粒径制御層においても例外ではない。このため、上記元素のうちMo、V、W、Zr、Ti、Ta、Ni、Nbなどは、結晶粒径制御層に含まれるCrよりも原子半径の大きな元素であって、磁性層との格子定数をマッチングさせる働きを有する。一方、酸素や窒素は、グレインの成長を抑制し、結晶粒を微細化させる働きを有する。これらの2種類の方法を効果的に使用することで、さらなる高保磁力、高S/N比、低PW50値、熱搖らぎ耐性が良好な磁気記録媒体となる。これらの元素の含有量の合計は、2at%~30at%であることが好ましい。なぜなら、2at%未満ではCr合金の格子定数が、磁性層のCo系合金に比べて小さくなり、30at%を超えると、逆に大きくなり過ぎる。いずれの場合においても、磁性層のエピタキシャル成長が困難になり、保磁力の低下、S/N比の低下を招くからである。

【0007】基板の材質等には、特に制限はない。例えば、ガラス基板、結晶化ガラス基板、アルミニウム合金基板、セラミックス基板、カーボン基板、シリコン基板等を使用することができる。

【0008】本発明の磁気記録媒体の磁性層は単層でも複数層でもよい。複数層の場合は、磁性層の上に直接他の磁性層を積層してもよく、また、磁性層間に非磁性層を介在させてもよい。本発明における請求項7~10の磁気記録媒体は磁性層を2層以上有する。磁性層の数は、再生出力、重ね書き特性等を考慮して2層以上の3層、4層、5層等とすることができる。但し、実用的な観点から、通常は最大5層程度である。しかし、必要により6層以上の磁性層を設けることも勿論できる。

【0009】本発明の請求項7~10の磁気記録媒体は、2層以上ある磁性層の間の少なくとも一つに非磁性層を有する。非磁性層は、通常、磁性層と磁性層との間に直接設けられる。但し、必要により、非磁性層と磁性層との間に中間層を設けることもできる。また、磁性層が3層以上ある場合、各磁性層の間に、それぞれ非磁性層を設けることが好ましい。その場合、磁性層の層数をnとするとn-1層の非磁性層を設けることになる。しかし、磁性層が3層以上ある場合、場合によっては全ての磁性層の間に非磁性層を設けず、磁性層の間の少なくとも1つに非磁性層を設けることもできる。

【0010】各磁性層の厚みは50~250オングストローム、好ましくは、80~150オングストロームと

することが適当である。なぜなら磁性層が50オングストローム未満では、再生出力の不足、保磁力の低下、熱揺らぎ特性の悪化を招き、250オングストロームを超えると、磁性層のグレインが膜厚の増加とともに増大し、S/N比、PW50値の悪化（低下）を招くからである。また、各非磁性層の厚みは5～100オングストローム、好ましくは10～50オングストロームすることが適当である。なぜなら非磁性層が5オングストローム未満では、非磁性層の上下に形成された磁性層の磁気的な分断効果がなく、S/N比が改善しない。又、100オングストロームを超えると、非磁性層の上下に形成された磁性層の磁気的な分断が過度に行われ、保磁力の低下、熱揺らぎ特性の悪化が起こるからである。

【0011】磁性層の膜構成としては、以下の実施例で示す磁性層-非磁性層-磁性層のほかに、例えば、磁性層-非磁性層-磁性層-磁性層-非磁性層-磁性層という具合に磁性層の膜数を更に増やしても良い。また、2以上の磁性層における、各磁性層を構成する材料及び膜厚は同一でも異なっていても良い。同様に2以上の非磁性層における、各非磁性層を構成する材料及び膜厚は同一でも異なっていても良い。

【0012】本発明において、磁性層の材料は特に限定されない。磁性層の材料としては、例えば、CoとPtとを主成分とする合金、CoとNiとを主成分とする合金、CoとCrとを主成分とする合金などがある。具体的には、CoPt、CoNi、CoCr、CoPtCr、CoPtTa、CoPtNi、CoNiCr、CoCrTa、CoCrPtTa、CoCrPtB、CoCrPtNb、CoCrPtBNbなどの各合金があげられる。なお、磁気抵抗型ヘッド対応の磁気記録媒体や、高い保磁力の磁気記録媒体の磁性層としては、CoとPtとを主成分とする合金がよい。CoとPtとを主成分とする合金は、十分な保磁力を得るという観点から、CoとPtとの合計が70at%以上の合金であることが適当である。また、CoとPtとの比率には特に制限はないが、保磁力、ノイズ及びコストを考慮すると、Pt(at%) / Co(at%) は0.06以上0.25以下の範囲であることが適当である。

【0013】Co及びPt以外の成分には特に制限はないが、例えば、Cr、Ta、Ni、Si、B、O、N、Nb、Mn、Mo、Zn、W、Pb、Re、V、Sm及びZrの1種又は2種以上を適宜使用することができる。これらの元素の添加量は磁気特性等を考慮して適宜決定され、通常30at%以下であることが適当である。より具体的な磁性層の材料としては、例えば、CoPtCr合金、CoPtTa合金、CoPtCrTa合金、CoPtCrNi合金、CoPtCrB合金等を挙げることができる。

【0014】磁性層はノイズの低減の観点から、CoPtCr合金の場合、Co、Pt、Crの好ましい含有量

は、Co:62～90at%、Pt:5～20at%、Cr:5～18at%である。また、CoPtCrTa合金の場合、Co、Pt、Cr、Taの好ましい含有量は、Co:55～89at%、Pt:5～20at%、Cr:5～25at%、Ta:1～7at%、CoPtCrB合金の場合、Co、Pt、Cr、Bの好ましい含有量は、Co:46～89at%、Pt:5～17at%、Cr:5～25at%、B:1～12at%である。

- 10 【0015】また、高保磁力の点から、基板側の磁性層の飽和磁束密度Bsは媒体表面側の磁性層の飽和磁束密度Bsより大きいことが好ましい。基板側の磁性層は主に磁気記録媒体の保磁力を決定するものと考えられており、飽和磁束密度Bsが高いことが要求される。又、媒体表面側の磁性層は、主に磁気記録媒体のS/N比及び耐コロージョン特性（耐食性）を決定するものと考えられており、飽和磁束密度Bsが小さいことが要求される。この場合、磁性層の好ましい組成の範囲は、磁性層がCoPtCrTaの場合、基板側磁性層では、Co:5.9～8.1at%、Pt:5～13at%、Cr:13～23at%、Ta:1～5at%、媒体表面側磁性層では、Co:5.7～7.9at%、Pt:5～13at%、Cr:1.5～2.5at%、Ta:1～5at%とすることが好ましい。
- 20 【0016】本発明において、非磁性層は、CrとCを含有する合金である。CrへのC添加効果は、CがCr層を微細化するため、その後に成長するCo粒子の微細化を促進させ、なおり粒径分布をよくする。これにより過度に耐熱揺らぎ特性が悪い微粒子が減少し、S/N、PWが改善されるとともに、耐熱揺らぎ特性も向上する。加えてMnはCo層とCr層の界面に析出し、Cr合金層上に成長する初期のCo層のCr相に選択的に析出し、Co粒間の磁気的相互作用を低減させる。これによりS/Nが改善される。よってこれらの両元素を適度に添加することによりPW、S/N双方の改善が可能となった。

- 30 【0017】本発明の磁気記録媒体は、前記磁性層及び非磁性層以外に、例えば、シード層、下地層、保護層及び潤滑層等を有することができる。これら、シード層、下地層、中間層、保護層及び潤滑層は公知のものをそのまま使用することができる。
- 40 【0018】シード層は、一般的に結晶粒径の小さく且つ均一な結晶粒の材料で構成され、シード層上に形成される下地層、中間層、磁性層の結晶粒を微細に保ちながら、結晶成長を良好にすることを目的として設けられる。シード層の代表的な材料としては、NiAl合金をはじめとするB2型結晶構造の材料や、CrTi合金、CrNi合金などが挙げられる。なお、結晶成長を良好にするために、シード層を積層しても構わない。

- 50 【0019】下地層は、高い保磁力が得られるような材

料とすることが好ましい。下地層は、1層又は2層以上から構成することができる。下地層としては、例えば、CrMo合金、CrV合金、CrW合金等を使用することができます。このようにCr合金とすることで、磁性層と下地層との格子面間隔のマッチングが良好になるので、磁性層の磁化容易軸が面内方向に向きやすくなる。その結果、面内方向保磁力及び電磁変換特性が良好になる。また、下地層がCrの場合に比べて同じ保磁力であるならばCr合金の膜厚を薄くすることができるので、Cr合金の膜厚増による過度の粒径サイズの増加を抑えることができ、結果としてPW、S/N比が改善される。

【0020】中間層は、下地層と磁性層との間、好ましくは磁性層と接する位置に形成され、磁性層のC軸の配向を良好にする目的で設けられる。中間層は非磁性材料であって、その結晶系は、磁性層の結晶系に合わせることが望ましく、本発明のように磁性層がCoPt系の場合、六方最密充填結晶構造を持つHCP結晶構造であるので、中間層はHCP結晶構造とする。HCP結晶構造を持つ中間層としては、CoCr、CoCrNb、CoCrPt、CoCrPtTa合金等が挙げられる。保護層は、磁性層をヘッドの接触摺動による破壊から防護する目的で磁性層の上（基板と反対側の面）に設けられる。保護層は、1層又は2層以上から構成することができる。

【0021】保護層としては、例えば、酸化ケイ素膜、炭素膜、ジルコニア膜、水素化カーボン膜、水素窒素化カーボン膜、窒化カーボン膜、窒化珪素膜、SiC膜等を挙げることができる。なお、保護層は、スパッタリング法等などの公知の成膜方法で設けることができる。潤滑層は、ヘッドとの接触摺動による抵抗を低減する目的で設けられ、例えば、パーフルオロポリエーテル等が一般には用いられる。なお、本発明の結晶粒径制御層は、基板と磁性層との間であればどこに形成してもかまわない。例えば、基板とシード層との間、シード層が複数の場合にはシード層間、シード層と下地層との間、シード層と磁性層との間、基板と下地層との間、磁性層が複数層の場合は磁性層間、等々である。具体的には、基板／結晶粒径制御層／シード層、基板／シード層／結晶粒径制御層／シード層、基板／シード層／結晶粒径制御層／下地層、基板／シード層／結晶粒径制御層／磁性層、基板／結晶粒径制御層／下地層／（中間層）／磁性層、磁性層／結晶粒径制御層／磁性層、等々の層構成があげられる。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下本発明の磁気記録媒体について実施例によりさらに具体的に説明する。

（実施例1）本実施例の磁気記録媒体は、図1に示す通り、ガラス基板1上に、シード層2、下地層3、中間層4、第1磁性層5、非磁性層6、第2磁性層7、保護層

8、潤滑層9を順次積層してなる磁気ディスクである。

【0023】ガラス基板1は、化学強化されたアルミニシリケートガラスからなり、その表面粗さはR<sub>max</sub>=3.2nm、Ra=0.3nmに鏡面研磨されている。シード層2は、NiAl薄膜（膜厚：700オングストローム）からなる。なお、このNiAl薄膜はNi：50at%、Al：50at%の組成比で構成されている。

【0024】下地層3は、CrMo薄膜（膜厚：100オングストローム）で、磁性層の結晶構造を良好にするために設けられている。なお、このCrMo薄膜は、Cr：90at%、Mo：10at%の組成比で構成されている。また、前記中間層4は、CoCr薄膜（膜厚：50オングストローム）で、磁性層のC軸の配向を良好にするために設けられている。なお、このCoCr薄膜は、Co：65at%、Cr：35at%でHCP結晶構造の非磁性膜である。

【0025】第1及び第2磁性層5、7は、それぞれ同じ膜材料であるCoPtCrTa合金からなり、膜厚とともに120オングストロームである。これら磁性層のCo、Pt、Cr、Taの各含有量は次のとおりである。すなわち、第1磁性層は、Co：72.5at%、Pt：8at%、Cr：16at%、Ta：3.5at%である。第2磁性層は、Co：71at%、Pt：8at%、Cr：18at%、Ta：3at%である。

【0026】上述の第1及び第2に磁性層5、7の間に存在する非磁性層4は、CrMnC薄膜（膜厚：30オングストローム）で、その組成比は、Cr：97.95at%、Mn：2.00at%、C：0.05at%である。

【0027】保護層8は、磁性層が磁気ヘッドとの接触によって劣化することを防止するためのものであり、磁性層側から順に積層された、第1保護層8a、第2保護層8bの2層によって構成される。第1保護層8aは、膜厚50オングストロームのCr膜からなり、磁性層に対して酸化による磁気特性の劣化を防止する化学的保護層になっている。もう一方の第2保護層8bは、膜厚100オングストロームの水素化カーボン膜からなり耐摩耗性が得られる。

【0028】潤滑層9は、パーフルオロポリエーテルの液体潤滑剤からなり、この膜によって磁気ヘッドとの接触を緩和している。なお、膜厚は8オングストロームである。

【0029】以下に上述の構成からなる磁気ディスクの製造方法について説明する。まず、イオン交換によって化学強化したガラス基板1の主表面を精密研磨によって鏡面（R<sub>max</sub>=3.2nm、Ra=0.3nm）にした。次に、このガラス基板1の主表面上にインライン方式のスパッタリングによって、シード層2、下地層3、中間層4、第1磁性層5、非磁性層6、第2磁性層7、

第1保護層8a、第2保護層8bを順次成膜した。(シード層2、下地層3、中間層4、第1磁性層5、非磁性層6、第2磁性層7、第1保護層8aは、Arガス雰囲気で、第2保護層8bは、Ar+H<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>:7%)の混合ガス雰囲気でスパッタ成膜した。)

【0030】次いで、第2保護層8b上にパーフルオロポリエーテルからなる液体潤滑剤をディップ処理することによって潤滑層9を形成し磁気ディスクを得た。得られた磁気ディスクの保磁力、S/N比、PW50をその結果、保磁力は、2300Oeと良好で且つ、S/N比は29.5dB、PW50も22.8nsecと良好であった。また、信号減衰は、100kfc、60°Cで-0.080dB/decade、Ku·V/kT=90であった。

【0031】なお、上記保磁力、S/N比、PW50は以下の測定方法により測定した。保磁力の測定は、製造した磁気ディスクから8mmφの試料を切り出して、膜面方向に磁場を印加し、振動試料型磁力計により最大外部印加磁場10kOeで測定した。さらに、記録再生出力の測定は次のようにして行った。磁気ヘッド浮上量が0.025μmのMRヘッドを用いて、MRヘッドと磁気ディスクの相対速度を10m/secとして線記録密度346kfc(1インチあたり346000ビットの線記録密度)における記録再生出力を測定した。また、キャリア周波数6.7MHzで、測定帯域を7.6.3MHzとしてスペクトラムアナライザにより、信号記録再生時のノイズスペクトラムを測定した。本測定に用いたMRヘッドは、書き込み/読み取り側にそれぞれトラック幅1.2/0.9μm、磁気ヘッドギャップ長は0.27/0.15μmである。

【0032】また、PW50(孤立再生信号の半値幅)の測定は次のようにして行った。PW50測定用のMRヘッドを搭載した電磁変換特性測定機(GUZIK)で孤立再生信号を抽出し、グランド(0)に対する出力信号のピーク値の50%における孤立波形の幅をPW50とした。なお、このPW50は高記録密度のためには、小さければ小さいほど良い。これは、パルス幅が狭いと同一面積上により多くのパルス(信号)を書き込めることがあるからである。一方、PW50が大きいと、隣り合うパルス(信号)同士が干渉しあい、信号を読み出すときにエラーとなって現れる。この波形干渉がエラーレートを悪くする。これらから、PW50は23.5nsec以下にする必要がある。

【0033】さらに、熱揺らぎ特性の測定は次のようにして行った。まず、活性化体積(v)と磁化反転最小単位の飽和磁化(I<sub>s</sub>b)の積である活性化磁気モーメント(vI<sub>s</sub>b)はWaiting Time法により求めたH<sub>f</sub>(熱ゆらぎ場)により計算した。

【0034】Waiting Time法は次の様に測定する。残留磁化曲線測定において磁場の保持時間(Waiting Time)を順次変えてH<sub>r</sub>(t)を測

定する。φ8mmに切出した試料をVSM(試料信号型磁力計)へセットし、十分に大きな正磁界を試料に印加する。次に微少な負磁界H1を印加し磁界を取去る。残留する磁化M1を測定する。次に、正磁界を再度印加しH1より大きな磁界H2を印加し、磁界を取去った後の残留磁化M2を測定する。同様の操作をM1が残留磁化Mrとなるまで測定を繰返す。得られた(H<sub>i</sub>, M<sub>i</sub>)をプロットし、残留磁化曲線を得る。M=0における磁界H値をH<sub>r</sub>(レマネンス保磁力)と定義する。

【0035】次に、十分に大きな正磁界を試料に印加し、負磁界H1をWaiting Time 15秒間印加したあと磁界を取り去り、残留磁化M1(15)を測定する。さらに正磁界を試料に印加し、負磁界H2を15秒印加したあと磁界を取り去り、残留磁化M2(15)を測定する。この操作をM1(15)が残留磁化Mrに等しくなるまで測定を繰返す。得られた(H<sub>i</sub>, M<sub>i</sub>(15))をプロットし、Waiting Time 15秒の残留磁化曲線を得る。M=0におけるH値をH<sub>r</sub>(15)と定義する。

【0036】同様の操作を保持時間(Waiting Time)15秒、30秒、60秒、120秒、240秒、480秒(=8分)で繰り返し、各保持時間における磁場H<sub>r</sub>(15), H<sub>r</sub>(30), H<sub>r</sub>(60), H<sub>r</sub>(120), H<sub>r</sub>(240), H<sub>r</sub>(480)を得る。このH<sub>r</sub>(t)を時間の対数(ln t)に対してプロットすると、H<sub>r</sub>(t)は直線的に減少し、この傾きdH<sub>r</sub>(t)/d(ln t)により熱揺らぎ場H<sub>f</sub>を求める。こうして得られたH<sub>f</sub>から次式により、vIsbを計算する。

$$vIsb = kT/Hf$$

ここでkはボルツマン定数(1.38×10<sup>-23</sup>eV/g/K), Tは測定中の絶対温度(K)である。活性化体積vは磁性層の磁化反転の最小単位の体積とされ、これに飽和磁化(I<sub>s</sub>b)をかけたvIsbは磁化反転の最小単位の磁気モーメント量である。

【0037】また、vKu/kTの計算には、vとKuを測定する必要があるが、Ku=(H<sub>k</sub>·I<sub>s</sub>b)/2の関係があり、さらにH<sub>co</sub>=H<sub>k</sub>/2と仮定して以下の式で計算する。

$$v · Ku = v · H_k · I_s b / 2 = vIsb · H_k / 2 = vIsb · H_{co}$$

ここでH<sub>co</sub>は熱揺らぎによるH<sub>c</sub>(保磁力)低下が起る前のH<sub>c</sub>(保磁力)であり、10<sup>-3</sup>sの測定時間で得られるH<sub>c</sub>(保磁力)である。またH<sub>k</sub>は磁化反転の最小単位が持つ異方性磁界、vIsbは活性化磁気モーメントである。

【0038】熱揺らぎによるH<sub>c</sub>(保磁力)低下が起る前のH<sub>c</sub>(保磁力)であるH<sub>co</sub>は実質的に測定ができないので、シャーロックの式を使用してH<sub>c</sub>とvIsbからH<sub>co</sub>を計算する。シャーロックの式は、マイクロ

マグネティクスシミュレーションの結果得られたHcの測定時間依存の近似式で以下の様に表される。

$$Hc/Hco = 1 - \{ (kT/vKu) \ln (f_0 \cdot t) \}^{0.735}$$

【0039】また上述のHco=Hk/2の仮定を入れると、次式に変形される。

$$Hc/Hco = 1 - \{ (kT/vIsb \cdot Hco) \ln (f_0 \cdot t) \}^{0.735}$$

ここでkはボルツマン定数( $1.38 \times 10^{-16}$  erg/k)、Tは測定絶対温度、f<sub>0</sub>は振動因子( $10^9$  Hz)、tは測定時間(600 sec)、vIsbは活性化磁気モーメント(emu)である。上式では、Hco以外が既知となるため、Hcoを数値解析計算することにより、Hcoを求める事が可能になる。以下の実施例及び比較例の保磁力、S/N比、PW50、信号減衰、Ku·V/kTは上述の測定方法に基づき測定する。

【0040】(比較例1) 実施例1のCrMnCからなる非磁性層6をCrMo薄膜(Cr: 94 at%, Mo: 6 at%) (比較例1) にした以外は、実施例1と同様に磁気ディスクを作製した。これらの磁気ディスクの保磁力、S/N比、PW50を測定したところ、保磁力は、2300 Oe、S/N比は29.5 dB、PW50は23.8 nsecとなり、PW50は良好な結果が得られなかった。また、エラーレートも実施例1と比較して高い値を示した。また、信号減衰は、100 kfc i、60°Cで-0.095 dB/decade、Ku·V/kTが80であった。ここで、熱搖らぎ特性の点では、保磁力の値は大きいほどよい。S/N比の値は大きいほどノイズが小さいので好ましい。又、PW50(孤立再生信号の半価巾)値は、小さいほど好ましく、1.0 nsec程度違うと、約1.3 Gb/inch<sup>2</sup>の差があるといわれている。信号減衰は小さいほど熱搖らぎ耐性が向上するので好ましい。具体的にはKu·V/kT ≥ 85とするのがよい。

【0041】(実施例2～5、比較例2～3) 実施例1のCrMnCからなる非磁性層6の膜厚を5オングストローム(実施例2)、10オングストローム(実施例3)、50オングストローム(実施例4)、100オングストローム(実施例5)、3オングストローム(比較例2)、120オングストローム(比較例3)にした以外は、実施例1と同様に磁気ディスクを作製した。これらの磁気ディスクの保磁力、S/N比、PW50、信号減衰(dB/decade)、Ku·V/kTは、図2の表1に掲げた通りであった。

【0042】図2の表1から明らかなように、CrMnCの非磁性層の膜厚は、5～100オングストロームが保磁力、S/N比、PW50の磁気特性、及び信号減衰、Ku·V/kTの熱搖らぎの点から好ましいことがわかる。

【0043】(実施例6～10、比較例4～7) 実施例1のCrMn<sub>x</sub>C<sub>0.05</sub>(Cr: 97.95 at%, Mn: 2 at%, C: 0.05 at%)の非磁性層6の組成をCrMn<sub>x</sub>C<sub>0.01</sub>(Cr: 99.49 at%, Mn: 0.5 at%, C: 0.01 at%) (実施例6)、CrMn<sub>x</sub>C<sub>0.01</sub>(Cr: 94.99 at%, Mn: 5 at%, C: 0.01 at%) (実施例7)、CrMn<sub>x</sub>C<sub>0.01</sub>(Cr: 97.9 at%, Mn: 2 at%, C: 0.1 at%) (実施例8)、CrMn<sub>x</sub>C<sub>0.05</sub>(Cr: 97.5 at%, Mn: 2 at%, C: 0.5 at%) (実施例9)、CrC<sub>0.01</sub>(Cr: 99.8 at%, C: 0.2 at%) (実施例10)、CrMn<sub>x</sub>(Cr: 98 at%, Mn: 2 at%) (比較例4)、CrMn<sub>x</sub>C<sub>0.05</sub>(Cr: 97.45 at%, Mn: 2 at%, C: 0.55 at%) (比較例5)、CrMn<sub>x</sub>C<sub>0.01</sub>(Cr: 99.59 at%, Mn: 0.4 at%, C: 0.01 at%) (比較例6)、CrMn<sub>x</sub>C<sub>0.05</sub>(Cr: 93.99 at%, Mn: 6 at%, C: 0.01 at%) (比較例7)にした以外は、実施

10 例1と同様に磁気ディスクを作製した。これらの磁気ディスクの保磁力、S/N比、PW50は、図3の表2に掲げた通りであった。

【0044】図3の表2から明らかのように、非磁性層は少なくともCrとCとを含む合金であり、好ましくは、CrとCとMnを含む合金であって、Cの含有量が0.01～0.5 at%、Mnの含有量が0.5～5 at%であることが望ましいことがわかる。

【0045】なお、上述の実施例において、Crの代わりにCrX(X: Mo, W, Ta, V, Ti)合金を用いてもよい。この場合には、CrCXとなる。Xの含有量は2～30 at%とする。また、上述の実施例では、CrとCとを含む合金からなる非磁性層(結晶粒径制御層)を、磁性層間に介在させた例を挙げたが、基板側磁性層の下に本発明の非磁性層(結晶粒径制御層)を設けることも有効である。以下、実施例11～13として、それらの例を掲げる。

【0046】(実施例11～13) 図4は実施例11にかかる磁気記録媒体の構成を示す図である。図4に示されるように、実施例11の磁気記録媒体は、実施例1の磁気記録媒体において、ガラス基板1とシード層2との間に、さらに、CrMnCNからなる非磁性層(結晶粒径制御層)61(膜厚: 500 オングストローム)を設けた例である。尚、CrMnCNからなる非磁性層は、Ar+N<sub>2</sub>(N<sub>2</sub>: 20 at%)の混合ガス雰囲気でスペッタして成膜した。そのほかの構成は実施例1と同じである。

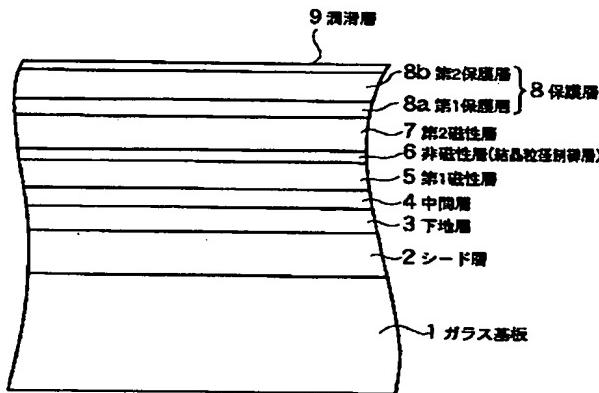
【0047】図5は実施例12にかかる磁気記録媒体の構成を示す図である。図5に示されるように、実施例12の磁気記録媒体は、実施例1の磁気記録媒体において、シード層2を2層に分けて、第1シード層21及び

第2シード層22とし、これらシード層の間にCrMnCからなる非磁性層（結晶粒径制御層）62（膜厚：15オングストローム）を設けた例である。そのほかの構成は実施例1と同じである。

【0048】さらに、実施例13にかかる磁気記録媒体は、実施例1のCrMnCからなる非磁性層（結晶粒径制御層）にMoを15at%添加した材料（Mn:2at%，C:0.05at%，Mo:15at%，Cr:残部）にした例である。そのほかの構成は実施例1と同じである。

【0049】実施例11の磁気記録媒体では、シード層の下にさらにCrMnC層をもうけることで、磁性層（Co）の結晶配向性が良くなるので、実施例1と比べ、S/N比、PW50値は同等で、保磁力が+70[Oe]向上した。実施例12の磁気記録媒体では、シード層を2層にすることにより、シード層（NiAl）のグレイン成長をおさえ、且つCrMnCの非磁性層により第2シード層より上層膜が微細化されるので、実施例1と比べ、保磁力、S/N比は同等で、PW50値が、0.3~0.5nsec小さくなり改善できた。実施例13の磁気記録媒体では、磁性層とのマッチングが良くなるので、実施例1と比べ、PW50値は同等で、保磁力は+50[Oe]、S/N比は+0.3dB向上した。上述のとおり、実施例1と比べ、磁気特性においてさらに良好な結果が得られ、熱搖らぎ耐性を十分満足するものであった。

【図1】



## 【0050】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明は、基板上に、少なくとも磁性層を有する磁気記録媒体において、前記基板と磁性層との間に、磁性層の結晶粒の粒径及び粒径分布を制御する結晶粒径制御層を有し、この結晶粒径制御層は、Cr（クロム）とC（炭素）とを含む合金であることを特徴とするものであり、これにより、高保磁力、高S/N比、低PW50値及び熱搖らぎ耐性を満足する磁気記録媒体を得ているものである。

## 10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1にかかる磁気記録媒体の部分断面図である。

【図2】実施例及び比較例の磁気記録媒体の特性を示す表を示す図である。

【図3】実施例及び比較例の磁気記録媒体の特性を示す表を示す図である。

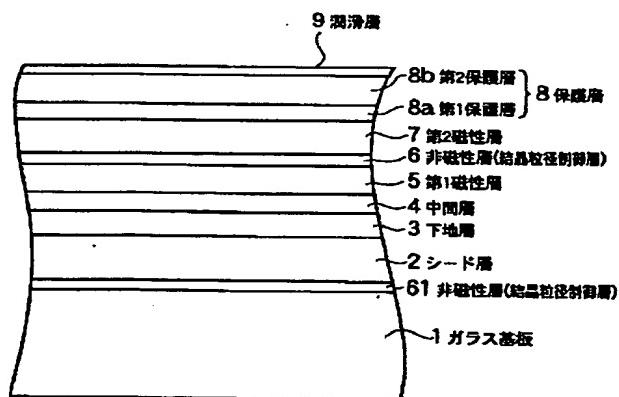
【図4】本発明の実施例11にかかる磁気記録媒体の部分断面図である。

【図5】本発明の実施例12にかかる磁気記録媒体の部分断面図である。

## 20 【符号の説明】

1…ガラス基板、2, 21, 22…シード層、3…下地層、4…中間層、5…第1磁性層、6, 61, 62…非磁性層（結晶粒径制御層）、7…第2磁性層、8…保護層、9…潤滑層。

【図4】



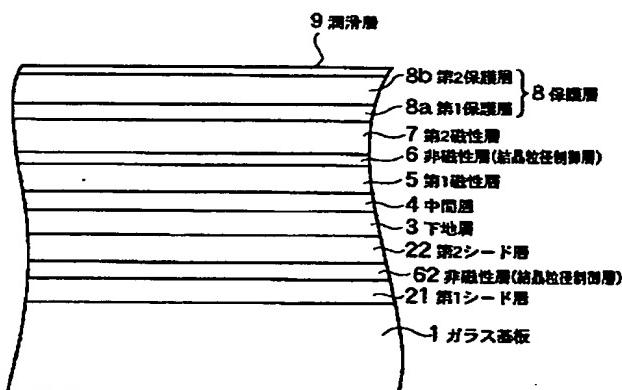
【図2】

	膜厚(Å)	保磁力(Oe)	S/N比(dB)	PW50(nsec)	dB/decade	KuV/kT
実施例2	5	2350	28.0	22.3	-0.070	85
実施例3	10	2250	28.8	22.6	-0.073	90
実施例4	50	2250	29.4	23.3	-0.083	90
実施例5	100	2120	29.2	23.4	-0.080	85
実施例2	3	2550	27.7	21.0	-0.060	100
実施例3	120	2000	29.1	23.8	-0.100	80

【図3】

	非磁性層の組成	保磁力(Oe)	S/N比(dB)	PW50(nsec)	dB/decade	KuV/kT
実施例6	CrMn0.5Co0.01	2130	29.0	22.8	-0.077	82
実施例7	CrMn5Co0.01	2400	29.5	23.3	-0.080	90
実施例8	CrMn2Co1	2350	29.3	23.0	-0.082	88
実施例9	CrMn2Co0.5	2150	29.8	22.5	-0.080	90
実施例10	CrCo2	2080	29.1	22.2	-0.085	68
比較例4	CrMn2	2370	28.7	23.8	-0.095	80
比較例5	CrMn2Co0.55	2090	29.6	22.5	-0.092	83
比較例6	CrMn0.4Co0.01	2070	29.0	22.8	-0.100	78
比較例7	CrMn8Co0.01	2350	29.7	23.6	-0.097	88

【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 崎 源七  
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーリー株式会社内
- F ターム(参考) 5D006 BB07 BB08 CA01 CA05 CA06  
FA09  
5E049 AA04 AA09 AC05 BA06 DB04  
DB12 DB20
- (72)発明者 梅澤 祐一郎  
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーリー株式会社内